

⑤

Int. Cl. 2:

H 02 P 7/36

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 14 884 A 1

⑪

# Offenlegungsschrift 28 14 884

⑫

Aktenzeichen:

P 28 14 884.7-32

⑬

Anmeldetag:

6. 4. 78

⑭

Offenlegungstag:

11. 10. 79

⑮

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱

⑳

Bezeichnung:

Elektrodynamisches Antriebsaggregat

㉑

Anmelder:

GAP Gesellschaft für Auswertungen und Patente AG, Glarus (Schweiz)

㉒

Vertreter:

Renz, G., Dr., Rechtsanwalt, 7000 Stuttgart

㉓

Erfinder:

Nichtnennung beantragt

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 28 14 884 A 1

PATENTANSPRUECHE

2814884

1. Elektro-dynamisches Antriebs-Aggregat mit einem Antriebsmotor, dessen mit konstanter Drehzahl laufende Abtriebswelle mit einer regelbaren Kupplung verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung einen Drehstrom-Generator aufweist, dessen Nebenschlusswicklung an ein Steuergerät mit variabler Spannung und Frequenz angeschlossen ist, und dass ein mit dem Drehstrom-Generator verbundener Käfigläufermotor vorgesehen ist, dessen Abtriebswelle durch Aenderung von Spannung und/oder Frequenz im Steuergerät in Bezug auf die Drehzahl und Drehsinn beeinflussbar ist.
2. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsgenerator und der Käfigmotor zu einer Einheit zusammengebaut sind.
3. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer des Generators zu einem kleineren Teil von der Feldspule und zu einem grösseren Teil vom Käfigläufer des Motors coaxial umgeben ist.
4. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Feldspule über einen Luftspalt mit dem Läufer des Generators und dieser über einen Luftspalt mit dem Käfigläufer des Motors magnetisch gekoppelt ist.

909841/0356

2814884

5. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswelle des Aggregates direkt mit dem Käfigläufer gekoppelt ist.
6. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor mit der regelbaren Kupplung zu einer Antriebseinheit zusammengebaut ist.
7. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit in koaxialer Anordnung von aussen nach innen einen feststehen Stator für den Antriebsmotor, einen rotierenden Käfigläufer und nebeneinander angeordnet eine feststehende Feldspule sowie einen Rotor aufweist.
8. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Käfigläufer mit zwei übereinander angeordneten Wicklungen versehen ist.
9. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die äussereWicklung des Käfigläufers über einen Luftspalt mit dem Stator für den Antriebsmotor magnetisch gekoppelt ist.
10. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Wicklung des Käfigläufers über Luftspalte sowohl mit dem Rotor als auch mit der feststehenden Feldspule magnetisch gekoppelt ist.

909841/0356

2814884

11. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebseinheit ein Planetengetriebe nachgeschaltet ist.

12. Antriebs-Aggregat nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor mit dem Sonnenrad, der Käfigläufer mit dem Kronenrad und die Abtriebswelle der Antriebseinheit mit dem Träger der Planetenräder gekoppelt ist.

-4-

2814884

GAP AG

GLARUS / CH

ELEKTRODYNAMISCHES ANTRIEBSAGGREGAT

---

909841/0356

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein elektrodynamisches Antriebsaggregat mit einem Antriebsmotor, dessen mit konstanter Drehzahl laufende Abtriebswelle mit einer regelbaren Kupplung verbunden ist.

In vielen Bereichen der Technik ist es wünschenswert oder gar erforderlich, über ein Antriebs-Aggregat zu verfügen das einerseits von einer mit konstanter Drehzahl laufenden Maschine angetrieben werden kann und das andererseits eine Abtriebswelle aufweist, deren Drehzahl verändert werden kann. Ein wesentlicher Gesichtspunkt bei einem solchen Antriebs-Aggregat ist der Wirkungsgrad. Die Verluste, insbesondere innerhalb der Kupplung bzw. des Getriebes müssen auf einen möglichst niedrigen Wert gehalten werden, damit ein möglichst grosser Anteil der eingegebenen Leistung am Ausgang des Aggregates zur Verfügung steht.

Von ganz besonderem Interesse ist ein Antriebsaggregat dessen Abtriebsdrehzahl stufenlos verändert werden kann. Eine bekannte Lösung besteht gemäss Fig. 1 darin, z.B. von einem Dieselmotor 2 über eine Welle 3 eine Oelkupplung bzw. einen hydraulischen Drehmoment-Wandler 1 anzutreiben. Die Abtriebswelle 4 kann dann durch Regelung des Wandlers 1 in der Drehzahl beeinflusst werden. Eine andere bekannte Lösung gemäss Fig. 2 sieht einen Dieselmotor 2 vor, dessen Abtriebswelle 3

eine Wirbelstrom-Kupplung 5 antreibt. Auch hier ist durch eine Regelung der Kupplung 5 eine Beeinflussung der Drehzahl der Abtriebswelle 4 möglich. Diese bekannten Lösungen arbeiten aber mit schlechtem Wirkungsgrad, da die Verluste im hydraulischen Drehmoment-Wandler 1 bzw. in der Wirbelstrom-Kupplung 5 sehr hoch sind. Auch eine Drehrichtsumkehr ist mit diesen Lösungen nicht möglich.

Ein besserer Wirkungsgrad ist mit einer bekannten Anordnung gemäss Fig. 3 zu erzielen, wobei ein Dieselmotor 2 über eine Welle 3 eine mechanische oder elektro-magnetische Kupplung 6 antreibt, die ihrerseits mit einem schaltbaren Stufengetriebe 7 gekoppelt ist. Der Nachteil dieser Lösung ist aber darin zu sehen, dass keine stufenlose Regelung der Drehzahl der Abtriebswelle 4 möglich ist. Bei einer Ward-Leonard-Anordnung gemäss Fig. 4 treibt die Welle 3 des Dieselmotors 2 einen Generator 8 an, der mit einem Stellglied 9 regelbar ist und der seinerseits einen Motor 10 speist, dessen Abtriebswelle 4 in Bezug auf die Drehzahl regelbar ist. Ein ähnliches Prinzip ist in Fig. 5 skizziert, wo ein Dieselmotor 2 eine Pumpe 11 antreibt, die einen Hydromotor 12 speist. Durch Beeinflussung der Förderleistung der Pumpe 11 ist die Drehzahl der Abtriebswelle 4 veränderlich. In Fig. 6 schliesslich ist eine bekannte Lösung dargestellt, bei der ein Drehstrom-Motor 13 über einen regelbaren Frequenzumformer 14 gespeist wird, so dass durch Beeinflussung des Frequenzumformers die Drehzahl der Abtriebswelle 4 des Motors 13 regelbar ist.

Obwohl der Wirkungsgrad der bekannten Anordnungen gemäss Figuren 4 bis 6 besser als bei den zuerst genannten Lösungen ist, ist er doch nicht so hoch wie es technisch wünschenswert wäre. Als weiterer Nachteil ist die komplizierte und aufwendige Bauart dieser bekannten Lösungen zu erwähnen und auch die Tatsache, dass eine beträchtliche Regelenergie aufgewendet werden muss.

Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Antriebs-Aggregat vorzuschlagen, dass diese Nachteile nicht mehr aufweist und mit Hilfe dessen eine stufenlos regelbare Drehzahl- bzw. Drehmoment-Wandlung realisierbar ist, die nur einen sehr geringen Prozentsatz an Regelenergie verlangt, die kompakt und einfach aufgebaut ist und die mit sehr gutem Wirkungsgrad arbeitet. Dies wird bei einem Antriebs-Aggregat der eingangs genannten Art gemäss der Erfindung dadurch erreicht, dass die Kupplung einen Drehstrom-Generator aufweist, dessen Nebenschlusswicklung an ein Steuergerät mit variabler Spannung und Frequenz angeschlossen ist, und dass ein mit dem Drehstrom-Generator verbundener Käfigläufermotor vorgesehen ist, dessen Abtriebswelle durch Änderung von Spannung und/oder Frequenz im Steuergerät in Bezug auf die Drehzahl und Drehsinn beeinflussbar ist.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:



- Fig. 1 - 6 Bekannte Lösungen
- Fig. 7 Ein Prinzipschema der erfindungsgemäss vorgeschlagenen Lösung
- Fig. 8 Eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Antriebs-Aggregates, und
- Fig. 9 Einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Lösung.

Auf die Fig. 1 - 6 wurde eingangs bereits hingewiesen, so dass sie an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung bedürfen. Fig. 7 zeigt die prinzipielle Anordnung wie sie gemäss der Erfindung vorgeschlagen wird. Eine Antriebsmaschine 15, z.B. ein mit konstanter Drehzahl laufender Verbrennungsmotor treibt über eine Welle 16 einen Drehstrom-Generator 17 an. Dessen Nebenschlusswicklung 18 ist an ein Steuergerät 19 angeschlossen, dessen Ausgangsspannung und- Frequenz einstellbar sind. Der Generator 17 speist einen Käfigläufermotor 36, dessen Abtriebswelle 37 in Bezug auf die Drehzahl regelbar ist, indem das Steuergerät 19 entsprechend beeinflusst wird. Die an den Motor 36 gelieferte Speisefrequenz ist abhängig von der Drehgeschwindigkeit des Läufers des Generators 17, der Anzahl der Polpaare und der Feldfrequenz und kann wie folgt angegeben werden:

$$F_m = \frac{F_f + F_r}{p}$$

wobei  $F_m$  die an den Motor gelieferte Frequenz  
 $F_f$  die Frequenz des Generatorfeldes  
 $F_r$  die Frequenz des Rotors, und  
 $p$  die Anzahl Polpaare bedeuten.

Eine praktische Ausführungsmöglichkeit ist in Fig. 8 schematisch skizziert. Ein Verbrennungsmotor 15 treibt über Welle 16 den Rotor 20 des Generator-Teiles an. Zu einem kleinen Teil ist dieser Rotor 20 von einer Feldspule 21 umgeben, die an das Steuergerät 22 angeschlossen ist. Zum grösseren Teil umgibt der Käfigläufer 23 des Motorteiles den Rotor 20, wobei die Teile 20, 21 und 23 coaxial so angeordnet sind, dass zwischen Rotor 20 und Feldspule 21 einerseits und Rotor 20 und Läufer 23 andererseits ein geringer Luftspalt ausgebildet ist. An den Käfigläufer 23 ist die Abtriebswelle 23 des Aggregates starr angekoppelt. Es entsteht so ein kompakter Wandler, dessen Abtriebswellendrehzahl durch Regelung des Steuergeräts veränderbar ist.

Wenn der Rotor 20 mit konstanter Drehzahl von der Maschine 15 angetrieben wird, erzeugt er ein Drehfeld mit der Frequenz  $F_r$ . In die Feldwicklung 21 wird andererseits ein in der Frequenz regulierter Strom eingespeisen, so dass sich ein Drehfeld mit der Frequenz  $F_f$  einstellt. Das resultierende Drehfeld  $F_m = F_f \pm F_r$  ist magnetisch gekoppelt mit dem Läufer 23, welcher mit geringfügiger Nacheilung diesem Drehfeld folgt und die Welle 24 antreibt. Es ist leicht einzusehen, dass so die Drehzahl der Welle 24 beeinflusst werden kann, in dem die Frequenz, die vom Steuergerät 22 an die Feldspule 21 abgegeben wird, veränderlich ist. Versuche haben gezeigt, dass nur etwa 2 % der Gesamtenergie zur Regelung aufzuwenden sind. Für die Grösse des an Welle 24 auftretenden Drehmomentes ist der Feldstrom in der Spule 21 bestimmend.

Falls die Feldspule 21 mit Gleichstrom gespeist wird, ist nur das durch den Läufer 20 erzeugte Drehfeld massgebend. Da der Läufer 20 über einen Luftspalt mit dem Käfigläufer 23 magnetisch gekoppelt ist, wird letzterer mit geringer Nacheilung diesem Drehfeld folgen, so dass das Uebersetzungsverhältnis zwischen Antriebswelle 16 und Abtriebswelle 23 ungefähr 1 : 1 ist. Falls die Feldspule 21 mit Drehstrom gespeist wird, kann, je nach Drehrichtung der Felder und je nach Frequenz eine höhere oder niedrigere Drehzahl bzw. eine Umkehr der Drehrichtung der Abtriebswelle 24 erreicht werden. Es hat sich dabei gezeigt, dass unabhängig vom eingestellten Uebersetzungsverhältnis ein Wirkungsgrad von bis zu 95 % realisiert werden kann.

Eine interessante kompakte Ausführung des Antriebs-Aggregates ist schematisch in Fig. 9 dargestellt. Dieses in einem gemeinsamen Gehäuse untergebrachte Antriebs-Aggregat besitzt in coaxialer Anordnung von aussen gegen innen eine Stator-drehstromwicklung 25, die vom Netz gespeist wird, einen Käfigläufer 26 mit einer äusseren Wicklung 27 und einer inneren Wicklung 28 und innerhalb des Käfigläufers 26 nebeneinander angeordnet, eine stillstehende Feldregelspule 29 sowie einen Rotor 30 mit Rotorwicklung 31. Gleichachsig daneben angeordnet befindet sich ein Planetengetriebe mit Kronenrad 32, Planetenradträger 33 und Sonnenrad 34. Die Abtriebswelle 35 ist drehbar im Gehäuse gelagert und mit dem Planetenradträger 33 verbunden. Das Kronenrad 32 ist mit dem

M

Käfigläufer 26 gekoppelt, während das Sonnenrad 34 vom Rotor 30 angetrieben wird.

Zwischen der Statorwicklung 25 und der äusseren Wicklung 25 des Läufers 26 befindet sich ein Luftspalt, so dass diese beiden Wicklungen magnetisch gekoppelt sind. In entsprechender Weise ist zwischen der inneren Wicklung 28 des Läufers 26 einerseits und der Feldregelspule 29 sowie der Rotorwicklung 31 andererseits ein Luftspalt ausgebildet, was eine magnetische Koppelung dieser Wicklungen untereinander bewirkt. Bei einer Speisung der Wicklung 25 mit Drehstrom bildet sich ein Drehfeld aus, welchem der Käfigläufer 26 unter Einfluss seiner äusseren Wicklung 27 folgt, so dass der Läufer 26 das Kronenrad 32 mit konstanter Drehzahl antreibt. Auf die Wicklung 31 des Rotors 30 wirken zwei Drehfelder, nämlich das von der inneren Wicklung 28 des konstant drehenden Läufers 26 erzeugte Drehfeld  $F_r$  und das von der Wicklung 29 der Feldregelspule erzeugte Drehfeld  $F_f$ . Das letztere Drehfeld ist in Bezug auf Frequenz und Drehrichtung variabel, da die Spule 29 an ein Steuergerät angeschlossen ist, das wie vorstehend schon beschrieben regelbar ist.

Je nach Frequenz und Richtung des von der Spule 29 erzeugten Drehfeldes wird sich der Rotor 30 schneller oder langsamer drehen und damit das Sonnenrad 34 entsprechend antreiben. Aus der relativen Winkelgeschwindigkeit von Kronenrad 32 und Sonnenrad 34 resultiert eine Drehung des Planetenradträgers 33 und damit der Abtriebswelle 35.

Mit dieser Ausführung ist ein Nebenschlussantrieb geschaffen, in dem ein Käfigläufermotor mit regulierbarer Kuppplung und mechanischem Reduktionsgetriebe zu einer Einheit zusammengebaut ist, die sehr kompakt und einfach aufgebaut ist und die ein nahezu verlustfreies und dabei stufenloses regeln der Drehzahl der Abtriebswelle gestattet. Die Antriebseinheit weist dabei stets eine Koppelung von Antriebs- und Abtriebswelle auf, so dass sich bei Schiebetrieb die in den meisten Fällen aus Sicherheitsgründen erwünschte Bremswirkung ergibt.

- 13 -

2814884

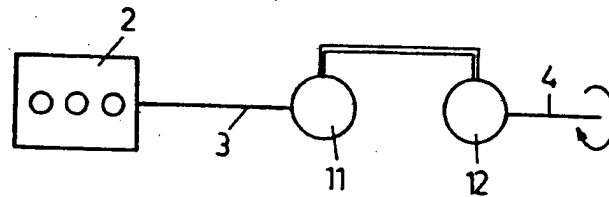


FIG. 5

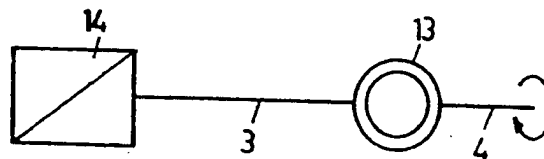


FIG. 6

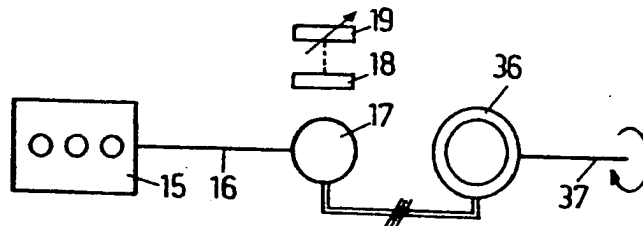


FIG. 7

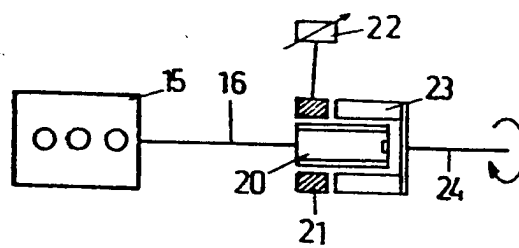


FIG. 8

909841/0356

2814894

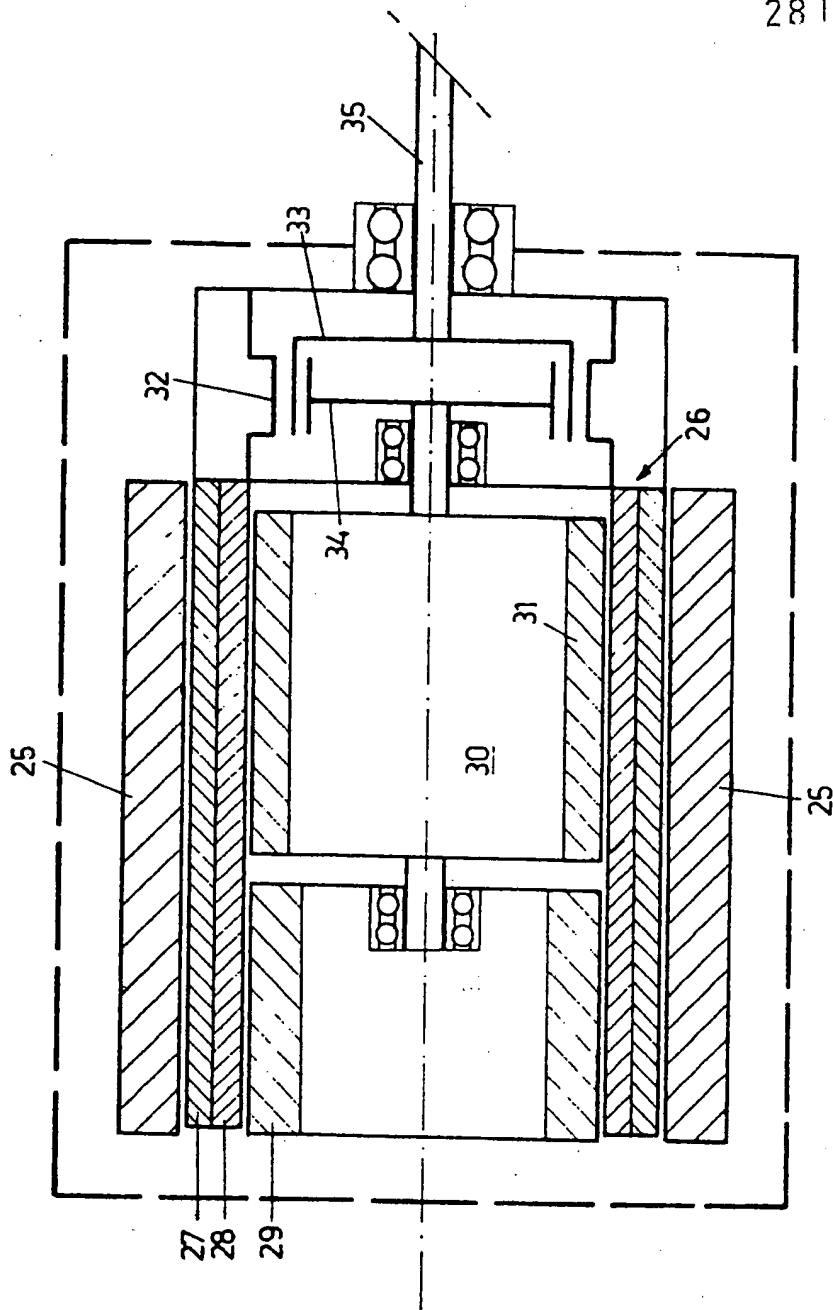


FIG. 9

909841/0356

ORIGINAL INSPECTED

- 15 -

2814884

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

28 14 884  
H 02 P 7/36  
6. April 1978  
11. Oktober 1979

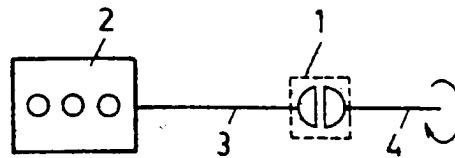


FIG. 1

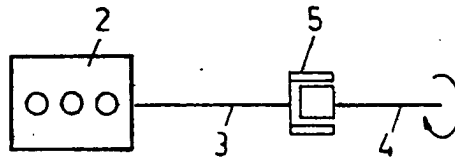


FIG. 2

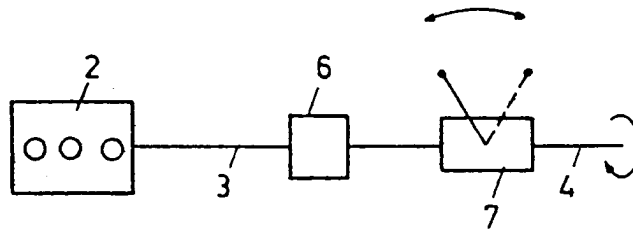


FIG. 3

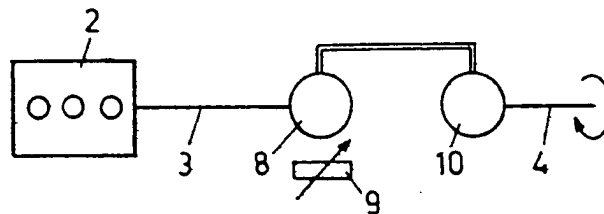


FIG. 4

909841/0356